

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-285093

(43)Date of publication of application : 23.10.1998

(51)Int.Cl.

H04B 7/08

H01P 1/15

H01Q 3/24

H01Q 3/38

(21)Application number : 09-081363

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 31.03.1997

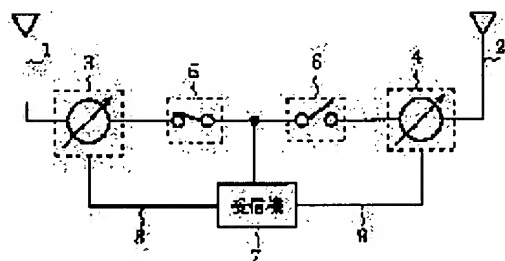
(72)Inventor : TAKETOMI KOICHI

## (54) DIVERSITY DEVICE AND PORTABLE RADIO UNIT USING THE DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To keep a fixed gain despite the change of the peripheral condition such as a calling mode, etc., of a portable radio unit by reflecting the electric power fetched by a non-selection antenna at an open terminal of a switch means and radiating again a radio wave having the different phase from the direct wave to be sent to a selection antenna into a space.

**SOLUTION:** A selection antenna 1 operates when a switch 5 is turned on, and the fetched electric power is supplied to a receiver 7 via a variable phase device 3 and the switch 5 and becomes effective. Meanwhile, the electric power fetched by a non-selection antenna 2 is reflected at an open part of a switch 6 after passing through a variable phase device 4 since the switch 6 is turned off. The radio waves are consumed by the device 4 but radiated again from the antenna 2 and inputted again to the antenna 1. The reflected radio waves have the different phase from the direct wave that is sent to the antenna 1 and accordingly the radiation pattern of the antenna 1 is equal to that of a double element array antenna. Thus, a radiation pattern having high gain is obtained via the control of the device 4.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3333424

[Date of registration] 26.07.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-285093

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 4 B 7/08

H 0 4 B 7/08

A

H 0 1 P 1/15

H 0 1 P 1/15

H 0 1 Q 3/24

H 0 1 Q 3/24

3/38

3/38

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-81363

(22) 出願日

平成9年(1997)3月31日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 武富 浩一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

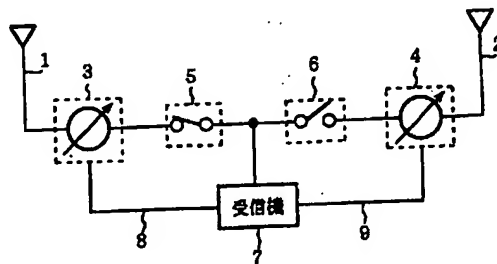
(74) 代理人 弁理士 田澤 博昭 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ダイバースチ装置及びこの装置を使用した携帯無線機

(57) 【要約】

【課題】 非選択アンテナに電流が流れないようにして無駄な電力消費をなくし選択アンテナの利得を改善した場合、1素子の選択アンテナが動作するのと等価であり、1素子の選択アンテナは無指向性であり、特定の方向だけアンテナの利得を高くすることができないなどの課題があった。

【解決手段】 複数のアンテナと接続され、アンテナから送られる電力の位相を変更可能に制御する可変位相手段と、この可変位相手段と接続された、選択したアンテナに対応する線路を短絡し、選択しなかったアンテナに対応する線路を開放するスイッチ手段と、このスイッチ手段と接続された受信機とを備えたものである。



- 1、2：アンテナ  
3、4：可変位相器（可変位相手段）  
5、6：スイッチ（スイッチ手段）

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電波を取り込む複数のアンテナと、一端が該複数のアンテナそれぞれと接続され、上記アンテナから送られる電力の位相を変更可能に制御する可変位相手段と、一端が該可変位相手段の他端それぞれと接続された、選択した上記アンテナに対応する線路を短絡し、選択しなかった上記アンテナに対応する線路を開放するスイッチ手段と、該スイッチ手段それぞれの他端の結合点と接続された受信機とを備えたことを特徴とするダイバーシチ装置。

【請求項2】 可変位相手段及びスイッチ手段を、ストリップ線路とスイッチから構成したことを特徴とする請求項1記載のダイバーシチ装置。

【請求項3】 可変位相手段及びスイッチ手段を、集中定数素子とスイッチから構成したことを特徴とする請求項1記載のダイバーシチ装置。

【請求項4】 可変位相手段を、電力の位相を変更可能に制御する複数の可変位相部と該複数の可変位相部を切り換えるスイッチから構成し、該複数の可変位相部はそれぞれ異なる周波数帯域の位相を変更することを特徴とする請求項1記載のダイバーシチ装置。

【請求項5】 電波を取り込むアンテナと、該アンテナと接続された受信機と、上記アンテナと相関が低くなるような位置に設けられ、キャリア周波数で共振する非励振の共振素子と、該共振素子と上記受信機の間に接続され、その先端で線路を開放または短絡可能に構成した、上記共振素子から送られる電力の位相を変更可能に制御する可変位相手段とを備えたダイバーシチ装置。

【請求項6】 可変位相手段を、ストリップ線路とスイッチから構成したことを特徴とする請求項5記載のダイバーシチ装置。

【請求項7】 可変位相手段を、集中定数素子とスイッチから構成したことを特徴とする請求項5記載のダイバーシチ装置。

【請求項8】 弱電界時及び受信レベル劣化時に初めて作動するように構成したことを特徴とする請求項1から請求項7のうちのいずれか1項記載のダイバーシチ装置。

【請求項9】 請求項1から請求項8のうちのいずれか1項記載のダイバーシチ装置を使用した携帯無線機。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、無線通信におけるマルチパスフェージングを回避するためのダイバーシチ装置及びこの装置を使用した携帯無線機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 無線通信において、マルチパスフェージングによる受信レベルの急激な変化は、無線通信の品質

では、マルチパスフェージングを避けるため、ダイバーシチ (Diversity: 伝搬変動が空間や周波数などで異なることを利用し、複数の受信枝を用意し、それらにおける受信電力を合成または切り換えなどして、伝搬変動を減少させる方法) 受信が行われることがある。ダイバーシチ受信には様々な方式があるが、その中に複数のアンテナを用いたアンテナ選択ダイバーシチがある。このアンテナ選択ダイバーシチは、2本 (複数本) のアンテナのうち感度の高いアンテナに切り換える (選択する) ことによりダイバーシチ効果を得るものであり、検波後選択ダイバーシチに比べてダイバーシチ利得が低いものの、受信機が1つで済むことから、携帯無線機のダイバーシチ方式として広く採用されている。

【0003】 しかしながら、アンテナ選択ダイバーシチを採用した場合、各アンテナの相互結合により非選択アンテナにも相当の電流が流れ、非選択アンテナにつながる給電線路のインピーダンスに電力が供給されてしまう。アンテナ選択ダイバーシチの場合、この非選択アンテナの受信電力は、利用されないまま非選択アンテナの受信機側を整合終端して、その終端で電流を消費させて無効にしていた。このような無駄な電力消費をなくす手段として、特開平7-221681号公報に開示された従来のダイバーシチ装置がある。このダイバーシチ装置は、非選択アンテナに電流を流さないように、あるいは、非選択アンテナはアンテナとして動作しないように、非選択アンテナの線路長をキャリア周波数の $\lambda/4$ や $\lambda/2$ 等として、非選択アンテナ自体に電流を流さない構造にして無駄な電力消費をなくし選択アンテナの利得を改善したものである。

【0004】 図8は特開平7-221681号公報に開示された従来のダイバーシチ装置を示す構成図であり、図において、1、2は携帯無線機の筐体上の離れた位置に取り付けられたアンテナであり、4分の1波長モノポールが使用されている。7は携帯無線機の受信機、21、22は一端がアンテナ1、2の端子に接続された、電気長が4分の1波長以上の長さのマイクロストリップ線路であり、このマイクロストリップ線路21、22は、アンテナ1、2と受信機7とをつないでいる。23、24はマイクロストリップ線路21、22の他端につながれたFET、25、26はマイクロストリップ線路21、22上でアンテナ1、2の端子から電気長にして4分の1波長離れた位置に接続されたFETであり、このFET25、26がオンの時には、アースに短絡されている。

【0005】 次に動作について説明する。アンテナ1が選択された場合を例にとり動作を説明する。アンテナ1が選択された場合、FET23とFET26はオンの状態であり、FET24とFET25はオフの状態にある。従って、マイクロストリップ線路22と受信機7は

リップ線路22を見ると、4分の1波長離れたところでショート(短絡)されているので、4分の1のショートスタブになり、インピーダンスは無限大になる。従って、アンテナ2のアンテナ端子には電流がほとんど流れず、非選択アンテナ(アンテナ2)による電力消費が削減される。一方、アンテナ1と受信機7とは、FET23がオンで接続され、またFET25がオフでショートされていないので、マイクロストリップ線路21のインピーダンスは変化を受けない。よって、アンテナ1と受信機7が1本のマイクロストリップ線路21によりつながれているのと等価となり、かつアンテナ2の相互結合によるロス(損失)を防ぐことができる。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のダイバーシチ装置は以上のように構成されているので、1素子の選択アンテナ(1本のアンテナ1)が動作している場合と等価となり、この場合、1素子の選択アンテナは無指向性であり、特定の方向だけアンテナの利得を高くすることができないなどの課題があった。特に、移動通信に用いられる携帯無線機では、人体に近づけて使用したり、鞆などに入れて持ち歩くため周囲の条件が変化するので、特定の方向に高い利得をもたせる必要が生じる(特定の方向に高い利得をもたせることができると、選択アンテナの指向性を変化させることにより、携帯無線機の周りの条件が変化しても一定の利得を保たせることができ、携帯無線機の性能を向上させることも可能となる)。

【0007】この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、選択アンテナの指向性を変化させ、通話時など携帯無線機の周りの条件が変化したときでも一定の利得を保つことができるダイバーシチ装置及びこの装置を使用した携帯無線機を得ることを目的とする。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明に係るダイバーシチ装置は、電波を取り込む複数のアンテナと、一端がこの複数のアンテナそれぞれと接続され、アンテナから送られる電力の位相を変更可能に制御する可変位相手段と、一端がこの可変位相手段の他端それぞれと接続された、選択したアンテナに対応する線路を短絡し、選択しなかったアンテナに対応する線路を開放するスイッチ手段と、このスイッチ手段それぞれの他端の結合点と接続された受信機とを備えるように構成したものである。

【0009】請求項2記載の発明に係るダイバーシチ装置は、可変位相手段及びスイッチ手段を、ストリップ線路とスイッチから構成したものである。

【0010】請求項3記載の発明に係るダイバーシチ装置は、可変位相手段及びスイッチ手段を、集中定数素子とスイッチから構成したものである。

置は、可変位相手段を、電力の位相を変更可能に制御する複数の可変位相部とこの複数の可変位相部を切り換えるスイッチから構成し、複数の可変位相部はそれぞれ異なる周波数帯域の位相を変更するようにしたものである。

【0012】請求項5記載の発明に係るダイバーシチ装置は、電波を取り込むアンテナと、このアンテナと接続された受信機と、アンテナと相関が低くなるような位置に設けられ、キャリア周波数で共振する非励振の共振素子と、この共振素子と受信機の間に接続され、その先端で線路を開放または短絡可能に構成した、共振素子から送られる電力の位相を変更可能に制御する可変位相手段とを備えるように構成したものである。

【0013】請求項6記載の発明に係るダイバーシチ装置は、可変位相手段を、ストリップ線路とスイッチから構成したものである。

【0014】請求項7記載の発明に係るダイバーシチ装置は、可変位相手段を、集中定数素子とスイッチから構成したものである。

【0015】請求項8記載の発明に係るダイバーシチ装置は、弱電界時及び受信レベル劣化時に初めて作動するように構成したものである。

【0016】請求項9記載の発明に係る携帯無線機は、本願のダイバーシチ装置を使用して構成したものである。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1によるダイバーシチ装置を示す構成図であり、図において、1、2は携帯無線機の筐体上の離れた位置に取り付けられるアンテナ、3、4は一端がそれぞれアンテナ1、2の端子に接続され他端がそれぞれスイッチ5、6と接続された可変位相器(可変位相手段)、5、6は可変位相器3、4の他端と受信機7との間に設けられた、FET、ダイオードSW等で構成されたスイッチ(スイッチ手段)、7は携帯無線機の受信機である。8、9は可変位相器3、4の位相を可変制御するための制御線である。尚、図1において図8と同一符号を付している構成部分40は、同一または相当する部分を示す。

【0018】次に動作について説明する。このアンテナ選択方式のダイバーシチ装置において、アンテナ1が選択された場合の動作について説明する。アンテナ1が選択アンテナであり、アンテナ2が非選択アンテナであると、アンテナ1は可変位相器3及びオンされたスイッチ5を介して受信機7に接続され、アンテナ2は可変位相器4に接続されてオフされたスイッチ6でオープン(開放)されている。

【0019】携帯無線機が電波を受信する場合、アンテナ

し、アンテナ1により取り込まれた電力は、可変位相器3及びスイッチ5を介して受信機7に入力され有効なものとなる。一方、アンテナ2はスイッチ6がオフであるため、アンテナ2により取り込まれた電力は、可変位相器4を通った後、スイッチ6の開放された部分で反射される。この反射した波（電波）は、可変位相器4で消費されるものの、可変位相器4を介してアンテナ2から再放射される。アンテナ2から再放射された電波は、アンテナ1へ再入力される。このアンテナ2から再放射された電波とアンテナ1への直接波は、位相が異なるため、アンテナ1の放射パターン（指向性を図示したものを放射パターンという）は、2素子アレイアンテナの放射パターンようになる。

【0020】ここで、可変位相器4の位相を変化させると、アンテナ2から再放射される電波の位相が変化し、アンテナ1への直接波との位相が変化してアンテナの指向性が変化する（利得の高い方向が変化する）。

【0021】TDMA方式（Time Division multiple access：時分割多元接続方式）等を用いる場合は、送受信用スロット以外においてRSSI（Received Signal Strength Indicator）をモニタして制御線9で可変位相器4にフィードバックをかける。そして、可変位相器4の位相の最適値を求めておいて、受信データをアンテナ（選択アンテナ）で取り込む際の位相とすれば、常に最大の利得で受信データを取り込むことができる。

【0022】以上のように、この実施の形態1によれば、非選択アンテナに取り込まれた電力を開放端で反射させて、選択アンテナへの直接波と異なる位相の電波を空間に再放射させるように構成したので、この再放射された電波と直接波とは位相差があるため、選択アンテナに取り込まれる電波は、2素子アレイアンテナの放射パターンようになり、非選択アンテナ側の可変位相器を調節することにより、2素子アレイアンテナの放射パターンに所望の方向に高い利得をもたせることができる。従って、この実施の形態1によるダイバーシチ装置を携帯無線機に使用すると、携帯無線機の周りの条件が変化しても一定の利得を保たせることができ、携帯無線機の性能を向上させることも可能となる。

【0023】実施の形態2。図2はこの発明の実施の形態2によるダイバーシチ装置を示す構成図である。尚、図2において図1の構成部分と同一または相当する部分には同一符号を付して、その重複する説明を省略する。図において、10はマイクロストリップ線路（ストリップ線路）10a、10b、10cとスイッチ10A、10Bにより構成された、アンテナ1側の可変位相器、11はマイクロストリップ線路（ストリップ線路）11a、11b、11cとスイッチ11A、11Bにより構

【0024】次に動作について説明する。ダイバーシチ装置の基本的な動作については、上記実施の形態1と同様であるため省略し、可変位相器10、11の位相を変換する動作を説明する。可変位相器10（可変位相器11でも同様）の位相可変は、スイッチ10Aによるマイクロストリップ線路10a、10b、10cの選択により行われる。即ち、マイクロストリップ線路10a、10b、10cは、それぞれ異なる線路長及び形状に形成され、スイッチ10Aが接続されるマイクロストリップ線路10a、10b、10cによって、電力の位相を変更するものである。また、可変位相器10（可変位相器11でも同様）のスイッチ10Bは、上記実施の形態1におけるスイッチ5に相当するものであり、このスイッチ10Bを選択することにより、線路の接続、開放が行われる（スイッチ10Aが接続されていないマイクロストリップ線路10a、10b、10cを選択すると開放される）。

【0025】以上のように、この実施の形態2によれば、可変位相器10、11をマイクロストリップ線路10a、10b、10cとスイッチ10A、10Bにより構成したので、位相可変の自由度は多少低くなるものの、可変位相器10、11の構成が簡単なものとなり、ダイバーシチ装置の構成も簡単となる。

【0026】実施の形態3。図3はこの発明の実施の形態3によるダイバーシチ装置を示す構成図である。この図3の可変位相器12、13は、図2におけるマイクロストリップ線路10a、10b、10c（あるいはマイクロストリップ線路11a、11b、11c）を可変位相器10（あるいは可変位相器11）の簡素化のため、集中定数のL、Cで構成した集中定数素子12a、12b、12c（あるいは集中定数素子13a、13b、13c）としたものである。このように、可変位相器12、13を集中定数素子12a、12b、12c、13a、13b、13cとスイッチ12A、12B、13A、13Bにより構成したので、さらに可変位相器12、13の構成が簡単なものとなる。

【0027】実施の形態4。図4はこの発明の実施の形態4によるダイバーシチ装置を示す構成図である。尚、図4において図1の構成部分と同一または相当する部分には同一符号を付して、その重複する説明を省略する。図において、14は可変位相器（可変位相部）15、16とスイッチ14A、14Bにより構成された、アンテナ1側の広帯域可変位相器（可変位相手段）、17は可変位相器（可変位相部）18、19とスイッチ17A、17Bにより構成された、アンテナ2側の広帯域可変位相器（可変位相手段）である。尚、可変位相器15、16、18、19は、図1で示した可変位相器3、4に相当するものである。このように、可変位相器15、16または18、19を複数備えた広帯域可変位相器14ま

波数)の帯域ごとに可変位相器15、16または18、19を選択することができ、携帯無線機は広帯域の周波数を使用することができるようになる。

【0028】実施の形態5。この実施の形態5は、アンテナと受信機を1つしかもたないアンテナ選択ダイバーシチを採用しない携帯無線機に、上記実施の形態1と同様の動作原理を適用したものである。図5はこのようにこの発明の実施の形態5によるダイバーシチ装置を示す構成図である。尚、図5において図1の構成部分と同一または相当する部分には同一符号を付して、その重複する説明を省略する。図において、20はアンテナ1と相

関が低くなるような位置に設けられた、キャリア周波数で共振する非励振の共振素子(性能の良い小形のアンテナ)であり、この共振素子20は可変位相器3と接続されている。尚、共振素子20と可変位相器3とを接続する線路の先端は、開放または短絡することができるように構成されている。

【0029】次に動作について説明する。携帯無線機が電波を受信する場合、アンテナ1により取り込まれた電力は、そのまま受信機7に入力され有効なものとなる。一方、共振素子20により取り込まれた電力は、可変位相器3を通った後、線路の開放された部分で反射される。この反射した波(電波)は、可変位相器2で消費されるものの、可変位相器3を介して共振素子20から再放射される。共振素子20から再放射された電波は、上記実施の形態1と同様、アンテナ1へ再入力される。この共振素子20から再放射された電波とアンテナ1への直接波は、位相が異なるため、アンテナ1の放射パターン(指向性を図示したものを放射パターンという)は、2素子アレイアンテナの放射パターンようになる。

【0030】以上のように、この実施の形態5によれば、アンテナ1及び受信機7を1つしかもたない簡単な構成で上記実施の形態1と同様の効果を奏することができる。

【0031】実施の形態6。図6はこの発明の実施の形態6によるダイバーシチ装置を示す構成図である。尚、図6において図2及び図5の構成部分と同一または相当する部分は同一符号を付している。この実施の形態6は、可変位相器10をマイクロストリップ線路10a、10b、10cとスイッチ10Aにより構成したものであり、上記実施の形態5と同様の効果を奏すると同時に、可変位相器10の構成が簡単なものとなり、ダイバーシチ装置の構成も簡単となる。

【0032】実施の形態7。図7はこの発明の実施の形態7によるダイバーシチ装置を示す構成図である。尚、図7において図3及び図5の構成部分と同一または相当する部分は同一符号を付している。この実施の形態7は、可変位相器12を集中定数素子12a、12b、12cとスイッチ12Aにより構成したものであり、上記

変位相器12の構成が簡単なものとなる。

【0033】実施の形態8。以上説明した上記実施の形態1から7におけるダイバーシチ装置は、強電界中においては効果が弱いため(強電界中では十分に携帯無線機のアンテナの感度が高いので、本願のダイバーシチ装置を使用する必要性が乏しいため)、受信電界レベルをモニタすることにより、強電界においては作動せず、弱電界及び通話時に人体が近づくことによる受信レベル劣化時において初めて作動するように構成すれば、消費電力を低減することができる。

【0034】

【発明の効果】以上のように、請求項1記載の発明によれば、電波を取り込む複数のアンテナと、一端がこの複数のアンテナそれぞれと接続され、アンテナから送られる電力の位相を変更可能に制御する可変位相手段と、一端がこの可変位相手段の他端それぞれと接続された、選択したアンテナに対応する線路を短絡し、選択しなかったアンテナに対応する線路を開放するスイッチ手段と、このスイッチ手段それぞれの他端の結合点と接続された受信機とを備えるように構成したので、非選択アンテナ(選択しなかったアンテナ)に取り込まれた電力をスイッチ手段の開放端で反射させて、選択アンテナ(選択したアンテナ)への直接波と異なる位相の電波を空間に再放射させることによって、再放射された電波と直接波との位相差により、選択アンテナに取り込まれる電波は、2素子アレイアンテナの放射パターンようになり、非選択アンテナ側の可変位相手段を調節することにより、2素子アレイアンテナの放射パターンに所望の方向に高い利得をもたせることができる効果がある。

【0035】請求項2記載の発明によれば、可変位相手段及びスイッチ手段を、ストリップ線路とスイッチから構成したので、可変位相手段の構成が簡単なものとなり、ダイバーシチ装置の構成も簡単となる効果がある。

【0036】請求項3記載の発明によれば、可変位相手段及びスイッチ手段を、集中定数素子とスイッチから構成したので、さらに可変位相手段の構成が簡単なものとなる効果がある。

【0037】請求項4記載の発明によれば、可変位相手段を、電力の位相を変更可能に制御する複数の可変位相部とこの複数の可変位相部を切り換えるスイッチから構成し、複数の可変位相部はそれぞれ異なる周波数帯域の位相を変更するようにしたので、携帯無線機の使用周波数(受信周波数)の帯域ごとに可変位相部を選択することができ、携帯無線機は広帯域の周波数を使用することができるようになる効果がある。

【0038】請求項5記載の発明によれば、電波を取り込むアンテナと、このアンテナと接続された受信機と、アンテナと関が低くなるような位置に設けられ、キャリア周波数で共振する非励振の共振素子と、この共振素



は短絡可能に構成した、共振素子から送られる電力の位相を変更可能に制御する可変位相手段とを備えるように構成したので、アンテナ及び受信機を1つしかもたない簡単な構成で上記請求項1と同様の効果を発揮できる効果がある。

【0039】請求項6記載の発明によれば、可変位相手段を、ストリップ線路とスイッチから構成したので、可変位相手段の構成が簡単なものとなり、ダイバーシチ装置の構成も簡単となる効果がある。

【0040】請求項7記載の発明によれば、可変位相手段を、集中定数素子とスイッチから構成したので、さらに可変位相手段の構成が簡単なものとなる効果がある。

【0041】請求項8記載の発明によれば、弱電界時及び受信レベル劣化時に初めて作動するように構成したので、ダイバーシチ装置の消費電力を低減することができ効果がある。

【0042】請求項9記載の発明によれば、本願のダイバーシチ装置を使用して構成したので、携帯無線機の周りの条件が変化しても一定の利得を保たせることができ、携帯無線機の性能を向上させることも可能となる効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1によるダイバーシチ装置を示す構成図である。

【図2】 この発明の実施の形態2によるダイバーシチ

装置を示す構成図である。

【図3】 この発明の実施の形態3によるダイバーシチ装置を示す構成図である。

【図4】 この発明の実施の形態4によるダイバーシチ装置を示す構成図である。

【図5】 この発明の実施の形態5によるダイバーシチ装置を示す構成図である。

【図6】 この発明の実施の形態6によるダイバーシチ装置を示す構成図である。

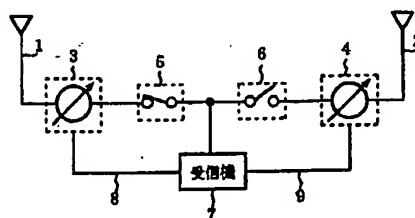
【図7】 この発明の実施の形態7によるダイバーシチ装置を示す構成図である。

【図8】 従来のダイバーシチ装置を示す構成図である。

#### 【符号の説明】

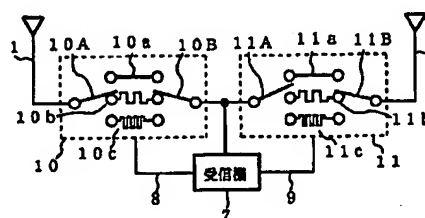
1, 2 アンテナ、3, 4 可変位相器（可変位相手段）、5, 6 スイッチ（スイッチ手段）、7 受信機、10A, 10B, 11A, 11B, 12A, 12B, 13A, 13B, 14A, 14B, 17A, 17B スイッチ、10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c マイクロストリップ線路（ストリップ線路）、12a, 12b, 12c, 13a, 13b, 13c 集中定数素子、14, 17 広帯域可変位相器（可変位相手段）、15, 16, 18, 19 可変位相器（可変位相部）、20 共振素子。

【図1】



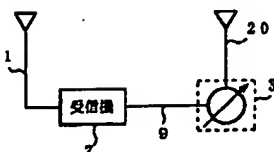
1, 2: アンテナ  
3, 4: 可変位相器（可変位相手段）  
5, 6: スイッチ（スイッチ手段）

【図2】



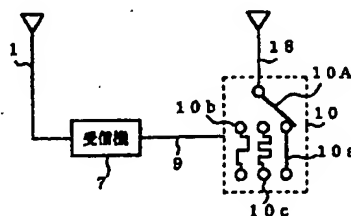
10A, 10B, 11A, 11B: スイッチ  
10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c: マイクロストリップ線路（ストリップ線路）

【図5】

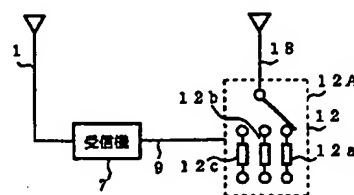


20: 共振素子

【図6】

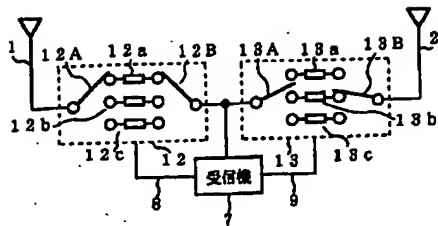


【図7】



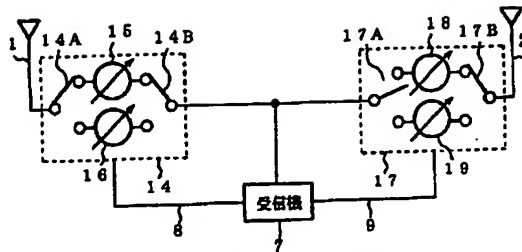


【図3】



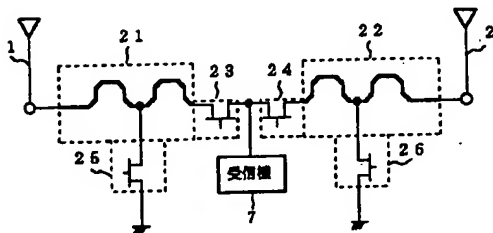
12A, 12B, 13A, 13B:スイッチ  
12a, 12b, 12c, 13a, 13b, 13c:集中定数素子

【図4】



14, 17:広帯域可変位相器 (可変位相手段)  
16, 18, 19:可変位相器 (可変位相部)  
14A, 14B, 17A, 17B:スイッチ

【図8】



(11) JP-A-10-285093

(43) Publication Date: October 23, 1998

(21) Application No.: H9-81363

(22) Application Filing Date: March 31, 1997

5 (54) [Title of the Invention] Diversity Apparatus and  
Portable Radio Using the Apparatus

(57) [Abstract]

[Subject] Conventionally, there has been a problem that  
a diversity apparatus is equivalent to the operation  
10 of a selected antenna of one element, the selected antenna  
of one element is non-directional, and the gain of an  
antenna cannot be high in a specific direction, in the  
case where the gain of a selected antenna is improved  
by preventing an electric current from flowing into a  
15 non-selection antenna, and eliminating waste in electric  
current consumption.

[Means for Solving the Problems]

The present apparatus is provided with a phase  
varying unit connected to a plurality of antennas, for  
20 variably controlling phases of electric power  
transmitted from the antennas, a switch unit connected  
to the phase varying unit, for shortening the line  
corresponding to a selected antenna and for opening the  
line corresponding to a non-selection antenna, and a  
25 receiver connected to the switch unit.

[What is claimed is:]

1 A diversity apparatus comprising:

a plurality of antennas inputting radio waves;

phase varying units each connected to each of the

5 plurality of antennas at each one end thereof, for

variably controlling phases of electric power

transmitted from the antennas;

switch units each connected to the other end of

each of the phase varying units at every end thereof,

10 for shortening a line corresponding to a selected antenna

and for opening a line corresponding to a non-selection

antenna; and

a receiver connected to a node of the other end

of each of the switch units.

15

2 The apparatus according to claim 1,

wherein the phase varying unit and the switch unit are

configured by a strip line and a switch.

20 3 The apparatus according to claim 1,

wherein the phase varying unit and the switch unit are

configured by a lumped parameter element and a switch.

4 The apparatus according to claim 1,

25 wherein the phase varying unit is configured by a

plurality of phase varying parts for variably controlling phases of electric power and a switch for switching the plurality of phase varying units, and the plurality of phase varying parts changes phases in different frequency  
5 bands.

5. A diversity apparatus comprising:  
an antenna for inputting a radio wave;  
a receiver connected to the antenna;  
10 a passive resonant element being provided at a position where a correlation with the antenna is low, and for resonating with a carrier frequency; and  
a phase varying unit being connected between the resonant element and the receiver, for opening or  
15 shortening a line at one end thereof and changeably controlling a phase of electric power transmitted from the resonant element.

6. The apparatus according to claim 5,  
20 wherein the phase varying unit is configured by a strip line and a switch.

7. The apparatus according to claim 5,  
wherein the phase varying unit is configured by a lumped  
25 parameter element and a switch.

8. The diversity apparatus according to one of claims 1 to 7, for only operating when an electric field is weak and a receipt level deteriorates.

5

9. A portable radio using the diversity apparatus according to one of claims 1 to 8.

[Detailed Explanation of the Invention]

[0001]

10 [Field of the Invention]

The present invention relates to a diversity apparatus and a portable radio using this apparatus, for removing multi-path fading in radio communications.

[0002]

15 [Prior Art Technology]

In radio communications, the rapid change in a receipt level caused by multi-path fading deteriorates the quality of radio communications. Therefore, in the mobile communications such as a portable radio, etc., diversity receipt is sometimes performed to avoid multi-path fading. (Diversity is a method of decreasing propagation fluctuations by preparing a plurality of receipt branches while making use of a fact that propagation fluctuations are different in space or frequency, and synthesizing or switching the receipt

20  
25

electric power at the branches.) There are many types of diversity receipt methods. One of them is antenna selection diversity using a plurality of antennas. According to this antenna selection diversity method, 5 a diversity effect can be obtained by switching one antenna to (selecting) another antenna with high sensitivity between two (more than one) antennas. Therefore, it is sufficient to use only one receiver although the diversity gain is low compared with detected 10 selection diversity, so that this method is widely used for a portable radio.

[0003]

In the case of selecting antenna selection diversity, a considerable number of electric currents 15 flows into a non-selection antenna due to interconnection of the respective antennas, so that an electric power is supplied to the impedance of a feed line connected to a non-selection antenna. In the case of antenna selecting diversity, the receipt electric current of 20 the non-selection antenna is connected to a matched terminal of a receiver side of the non-selection antenna as not used, and the electric current is wasted at the terminal. As a method of avoiding such useless electric current consumption, a conventional diversity apparatus 25 disclosed in Japanese Laid-open Patent Publication

No.7-221681 has been used. This diversity apparatus is configured in such a way that a line length of the non-selection antenna is set to  $\lambda/4$ ,  $\lambda/2$  of a carrier frequency, etc. in order that an electric current does not flow into a non-selection antenna or a non-selection antenna does not operate as an antenna. Thus, this diversity apparatus is configured not to flow an electric power into the non-selection antenna, thereby avoiding useless electric current consumption and improving the gain of a selected antenna.

[0004]

Fig. 8 shows the configuration of a conventional diversity apparatus disclosed in Japanese Laid-open Patent Publication No.7-221681. In this figure, 1 and 2 indicate antennas which are separately installed on the body of a portable radio, and a monopole having  $1/4$  wavelength is used. 7 indicates a receiver of a portable radio, 21 and 22 indicate micro-strip lines of which electric lengths are equal to or more than  $1/4$  wavelength and each of which is connected to the end terminal of antenna 1 or 2 at one end thereof. These micro-strip lines 21 and 22 connect the antennas 1, 2 and the receiver 7. 23 and 24 indicate FETs connected to the other ends of the micro-strip lines 21 and 22. 25 and 26 indicate FETs connected to the points which are on the micro-strip



lines 21 and 22, and are apart from the end terminals of the antennas 1 and 2 by  $1/4$  wavelength in terms of electricity length. When FETs 25 and 26 are on, the lines are shortened in the earth.

5 [0005]

The following is the explanation of the operations of the apparatus. The operations are explained exemplifying the case of selecting the antenna 1. In the case where the antenna 1 is selected, FETs 23 and  
10 26 are on while FETs 24 and 25 are off. Therefore, the micro-strip 22 is separated from the receiver 7. The micro-strip line 22 is shortened at a point apart from the end terminal of the antenna 2 by  $1/4$  wavelength, and a short stub is  $1/4$ , so that the impedance becomes  
15 infinite. Therefore, an electric current hardly flows into an antenna terminal of the antenna 2, and electric power consumed by a non-selection antenna (antenna 2) is reduced. On the other hand, since the antenna 1 and the receiver 7 are connected while the FET 23 is on,  
20 and the micro-strip line 21 is not shortened while the FET 25 is off, the impedance of the micro-strip line 21 remains unchanged. Consequently, this condition is equivalent to a case in which the antenna 1 is connected to the receiver 7 by one micro-strip line, and the loss  
25 caused by the combination of the antennas 1 and 2 can

be prevented.

[0006]

[Means for Solving the Problems]

Thus conventionally configured diversity  
5 apparatus is equivalent to a case in which the selected  
antenna (one antenna) of one element is operating. In  
this case, there is a problem that the selected antenna  
of one element is non-directional, and the gain of the  
antenna cannot be made high in a specific direction,  
10 and so on. Since a portable radio is used near a human  
body or it is carried in a bag, the environmental  
conditions easily change, which requires high gain in  
a specific direction (if high gain can be obtained in  
a specific direction, constant gain can be maintained  
15 by changing the directivity of a selected antenna even  
if the conditions around the portable radio change, so  
that the efficiency of a portable radio can be enhanced.)  
[0007]

The present invention is prepared to solve the  
20 above-mentioned problems. It aims at providing a  
diversity apparatus and a portable radio using this  
apparatus for maintaining constant gain by changing the  
directivity of a selected antenna even if the conditions  
surrounding the portable radio change during a call.  
25 [0008]

[Means for Solving the Problems]

The diversity apparatus according to claim 1 is configured to include a plurality of antennas for inputting electric waves; phase varying units each  
5 connected to each of the plurality of antennas at one end thereof, for variably controlling phases of electric power transmitted from the antennas; switch units each connected to the other end of each of the phase varying units at one end thereof, for shortening a line  
10 corresponding to a selected antenna while opening a line corresponding to a non-selection antenna; and a receiver connected to a node of the other ends of the switch units.  
[0009]

In the apparatus according to claim 2, a phase  
15 varying unit and a switch unit are configured by strip lines and switches.  
[0010]

In the apparatus according to claim 3, a phase  
varying unit and a switch unit are configured by lumped  
20 parameter elements and switches.  
[0011]

In the diversity apparatus according to claim 4,  
a phase varying unit is configured by a plurality of  
phase varying parts for variably controlling phases of  
25 electric power and a switch for switching the plurality

of phase varying parts, and the plurality of phase varying parts changes the phases of different frequency bands.

[0012]

The diversity apparatus according to claim 5 is  
5 configured to include an antenna for inputting an electric wave; a receiver connected to the antenna; a passive resonant element being provided at a position where a correlation with the antenna is low, and for resonating with a carrier frequency; and a phase varying  
10 unit being connected between the resonant element and the receiver, for opening or shortening a line at an end thereof, and for changeably controlling a phase of electric power transmitted from the resonant element.

[0013]

15 In the diversity apparatus according to claim 6, a phase varying unit is configured by strip lines and switches.

[0014]

In the diversity apparatus according to claim 7,  
20 a phase varying unit is configured by lumped parameter elements and switches.

[0015]

The diversity apparatus according to claim 8 only operates when the electric field is weak and the received  
25 level deteriorates.

[0016]

A portable radio related to the invention described in claim 9 is configured using a diversity apparatus of the present invention.

5 [0017]

[Preferred Embodiments]

The following is the explanation of one of the embodiments of the present invention.

Embodiment 1: Fig. 8 shows the configuration of a  
10 diversity apparatus according to a preferred embodiment  
1 of the present invention. In this figure, 1 and 2 indicate  
antennas which are separately installed on the body of  
a portable radio, 3 and 4 indicate phase varying devices  
(phase varying units) each of which is connected to each  
15 of the terminals of the antennas 1 and 2 at one end thereof  
and is connected to each of the switches 5 and 6 at the  
other end thereof. 5 and 6 are switches (switch units)  
installed between the other ends of the phase varying  
devices 3 and 4 and the receiver 7, and these switches  
20 are configured by FET, diode SW, etc. 7 indicates the  
receiver of a portable radio. 8 and 9 indicate control  
lines for variably controlling phases of the phase  
varying devices 3 and 4. In Fig. 1, the same constituent  
elements as those shown in Fig. 8 are denoted by the  
25 same reference numerals.

[0018]

The following is the explanation of the operations of the diversity apparatus. The operations are explained when the antenna 1 is selected in the diversity apparatus according to an antenna selection method. In this case, the antenna 1 is a selected antenna while the antenna 2 is not selected. Under this condition, the antenna 1 is connected to the receiver 7 via the phase varying device 3 and the switch 5 which turns on while the antenna 2 is open (released) by the switch 6 which is connected to the phase varying device 4 to be turned off.

[0019]

When a portable radio receives a radio wave, the antenna 1 functions as an antenna since the switch 5 is on, and the electric power inputted by the antenna 1 is inputted to the receiver 7 via the phase varying device 3 and the switch 5 to be effective. On the other hand, since the switch 6 is off, the electric power inputted by the antenna 2 passes through the phase varying device 4 to be reflected by an open portion of the switch 6. This reflected wave (radio wave) is consumed by the phase varying device 4, but the reflected wave is radiated again by the antenna 2 via the phase varying device 4. The radio wave re-radiated by the antenna 2 is inputted to the antenna 1 again. The radio wave re-radiated by

the antenna 2 and a direct wave inputted to the antenna 1 are different in phase, so that a radiation pattern (a graph showing directivity is called a radiation pattern) of the antenna 1 becomes the radiation pattern of a two-element array antenna.

[0020]

Here, when a phase of the phase varying device 4 varies, the phase of a radio wave re-radiated by the antenna 2 varies, and accordingly the phase of a direct wave inputted to the antenna 1 varies, so that the directivity of an antenna varies (a high-gain direction varies).

[0021]

In the case of using a TDMA (Time Division multiple access) method, etc., a RSSI (Received Signal Strength Indicator) is monitored at other than a transmission/receipt slot, and the phase varying device 4 is feed-back-controlled by the control line 9. If the optimum value of a phase of the phase varying device 4 is obtained and the thus-obtained value is set as a phase to be used when receipt data are inputted by an antenna (selected antenna), receipt data can be always inputted at the maximum gain.

[0022]

As mentioned above, the embodiment 1 is configured



in such a way that the electric power inputted to a non-selection antenna is reflected at an open end, and the electric power having a phase different from that of a direct wave inputted to a selected antenna is radiated again in a space. Therefore, there is a difference between the re-radiated electric power and the direct wave in phase, so that the electric power inputted to the selected antenna is like the radiation pattern of a two-element array antenna. The radiation pattern of a two-element array antenna can obtain high gain in a desired direction by adjusting a phase varying device on the non-selection antenna side. Accordingly, when a diversity apparatus according to the preferred embodiment 1 is used for a portable radio, constant gain can be maintained even if the conditions surrounding the portable radio vary, thereby enhancing the efficiency of a portable radio. [0023]

Preferred embodiment 2.

Fig.2 shows a configuration of a diversity apparatus according to the preferred embodiment 2. In Fig. 2, the same constituent elements as those shown in Fig. 1 are denoted by the same reference numerals, and the overlapped explanation is omitted.

In Fig. 2, 10 indicates a phase varying device provided on an antenna 1 configured by micro-strip lines (strip

lines) 10a, 10b and 10c, and switches 10A and 10B. 11 indicates a phase varying device provided on an antenna 2 which is configured by micro-strip lines (strip lines) 11a, 11b and 11c, and switches 11A and 11B.

5 [0024]

The following is the explanation of the operations of the present apparatus. Since the principle operations of the present diversity apparatus are the same as those of the preferred embodiment 1, the explanation of these  
10 operations are omitted, and only the operations for varying phases of the phase varying devices 10 and 11 are explained. A phase of the phase varying device 10 is varied by selecting the micro-strip line 10a, 10b and 10c using the switch 10A (similarly in the phase  
15 varying device 11). That is, the micro-strip lines 10a, 10b and 10c connected to the switch 10A are different in line length and shape, so that the phase of an electric power is varied by selecting the micro-strip line 10a, 10b and 10c connected to the switch 10A. Further, the  
20 switch 10B of the phase varying device 10 corresponds to the switch 5 of the above-mentioned embodiment 1 (similarly in the phase varying device 11), and the line is connected or opened by selecting the switch 10B (the line is opened by selecting the micro-strip line 10a,  
25 10b or 10c to which the switch 10A is not connected).

[0025]

As mentioned above, according to the preferred embodiment 2, the phase varying devices 10 and 11 are configured by the micro-strip lines 10a, 10b and 10c, and the switches 10A and 10B. Although the degree of freedom of phase variability is slightly low, the configuration of each of the phase varying devices becomes simple, and accordingly the configuration of the diversity apparatus becomes also simple.

10 [0026]

Preferred embodiment 3. Fig. 3 shows the configuration of a diversity apparatus according to the preferred embodiment 3 of the present invention. In phase varying devices 12 and 13 shown in Fig. 3, the micro-strip lines 10a, 10b and 10c (or micro-strip lines 11a, 11b and 11c) shown in Fig. 2 are changed to lumped parameter elements 12a, 12b and 12c composed of lumped parameters L and C (or lumped parameter elements 13a, 13b and 13c), for the simplification of the phase varying device 10 (or the phase varying device 11). Thus, the phase varying devices 12 and 13 are configured by the lumped parameter elements 12a, 12b, 12c, 13a, 13b and 13c, and switches 12A, 12B, 13A and 13B, thereby further simplifying the configurations of the phase varying devices 12 and 13.

25 [0027]

Preferred embodiment 4. Fig. 4 shows the configuration of a diversity apparatus according to the preferred embodiment 4. In Fig. 4, the same constituent elements as those shown in Fig. 1 are denoted by the same reference numerals, and the overlapped explanation is omitted. In Fig. 4, 14 indicates a broad-band phase varying device (phase varying unit) which is provided on an antenna 1 and is configured by phase varying devices (phase varying parts) 15 and 16 and switches 14A and 14B, while 17 indicates a broad-band phase varying device (phase varying unit) which is provided on an antenna 2 and is configured by phase varying devices (phase varying parts) 18 and 19 and switches 17A and 17B. The phase varying devices 15, 16, 18 and 19 correspond to the phase varying devices 3 and 4 shown in Fig. 1. In this apparatus, the broad-band phase varying devices 14 and 17 are provided with a plurality of phase varying devices 15 and 16, and 18 and 19, respectively so that the phase varying devices 15 and 16 or 18 and 19 can be selected according to the band of the use frequency (receipt frequency) of a portable radio. Consequently, a portable radio can use the broadband frequency of a portable radio.

[0028]

Preferred embodiment 5. In this preferred embodiment 5, the operation principle identical to that

of the preferred embodiment 1 is applied to a portable radio which selects an antenna selection diversity apparatus having one antenna and one receiver. Fig. 5 shows the configuration of a diversity apparatus according to the preferred embodiment 5 of the present invention. In Fig. 5, the same constituent elements as those shown in Fig. 1 are denoted by the same reference numerals, and the overlapped explanation is omitted. In this figure, 20 indicates a passive resonant element 10 (small antenna with good performance) which is provided at a position where the correlation with an antenna 1 is low and resonates with a carrier frequency. The resonant element 20 is connected to a phase varying device 3. The leading end of a line for connecting the resonant element 20 and the phase varying device 3 is configured 15 to be opened or shortened.

[0029]

The following is the explanation of the operations. When a portable radio receives a radio wave, the electric power inputted by an antenna 1 is directly inputted to 20 a receiver 7 to be effective. On the other hand, the electric power inputted by the resonant element 20 passes through the phase varying device 3 to be reflected by the open portion of a line. This reflected wave (radio 25 wave) is consumed by a phase varying device 2, but the

wave is radiated again by the resonant element 20 via the phase varying device 3. The radio wave re-radiated by the resonant element 20 is re-inputted to the antenna 1 similarly to the preferred embodiment 1. A radio wave  
5 re-radiated by the resonant element 20 and a direct wave inputted to the antenna 1 are different in phase, so that a radiation pattern (a graph showing directivity is called a radiation pattern) of the antenna 1 becomes the radiation pattern of a two-element array antenna.

10 [0030]

As mentioned above, according to the preferred embodiment 5, even a simple configuration having one antenna 1 and one receiver 7 can create an effect identical to that of the preferred embodiment 1.

15 [0031]

Preferred Embodiment 6. Fig. 6 shows the configuration of a diversity apparatus according to the preferred embodiment 6 of the present invention. In Fig. 6, the same constituent elements as those shown in Figs. 2 and 5 are denoted by the same reference numerals. In the preferred embodiment 6, a phase varying device 10 is configured by micro-strip lines 10a, 10b and 10c and a switch 10A, and the present embodiment 6 creates an effect identical to that of the preferred embodiment  
20 5. At the same time, the configuration of the phase varying  
25

device 10 is simple, and accordingly the configuration of the diversity apparatus is also simple.

[0032]

Preferred embodiment 7. Fig. 7 shows the configuration of a diversity apparatus according to the preferred embodiment 7 of the present invention. In Fig. 7, the same constituent elements as those shown in Figs. 3 and 5 are denoted by the same reference numerals. In the preferred embodiment 7, a phase varying device 12 is configured by lumped parameter elements 12a, 12b and 12c, and a switch 12A, and it creates an effect identical to that of the preferred embodiment 5. Therefore, the configuration of the phase varying device 12 becomes much simpler.

[0033]

Preferred embodiment 8. The diversity apparatuses mentioned in preferred embodiments 1 to 7 have weak effects in a strong electric field (since the sensitivity of an antenna of a portable radio is sufficiently high in a strong electric field, the diversity apparatus of the present invention is not required). Therefore, if the apparatus is configured not to operate in a strong electric field but to operate only in a weak electric field or at the time when the receipt level deteriorates due to the approach of a human body during a call, the



consumption of electric power can be decreased.

[0034]

[Effects of the Invention]

According to the invention described in claim 1,  
5 a diversity apparatus comprises a plurality of antennas  
for inputting radio waves; phase varying units each  
connected to each of the plurality of antennas at one  
end thereof, for variably controlling the phases of  
electric power transmitted from the antennas; switch  
10 units each connected to the other end of each of the  
phase varying units at one end thereof, for shortening  
a line corresponding to a selected antenna and for opening  
a line corresponding to a non-selection antenna; and  
a receiver connected to a node of the other ends of the  
15 switch units. As mentioned above, electric power inputted  
to the non-selection antenna is reflected at an open  
end of the switch unit, and electric power having a phase  
different from that of a direct wave inputted to a selected  
antenna is radiated again in a space. Thus, the electric  
20 wave inputted to the selected antenna is like the  
radiation pattern of a two-element array antenna because  
of the phase difference between the re-radiated electric  
power and the direct wave. Therefore, the radiation  
pattern of a two-element array antenna can obtain high  
25 gain in a desired direction by adjusting a phase varying

device on the non-selection antenna side.

[0035]

According to the invention described in claim 2,  
a phase varying unit and a switch unit are configured  
5 by strip lines and switches, so that the configuration  
of a phase varying unit is simple, and accordingly the  
configuration of a diversity apparatus is also simple.

[0036]

According to the invention described in claim 3,  
10 a phase varying unit and a switch unit are configured  
by lumped parameter elements and switches, so that the  
configuration of a phase varying unit is much simpler.

[0037]

According to the invention described in claim 4,  
15 a phase varying unit is configured by a plurality of  
phase varying parts for variably controlling phases of  
electric power and a switch for switching the plurality  
of phase varying parts, and the plurality of phase varying  
parts changes the phases in different frequency bands,  
20 so that a phase varying part can be selected for each  
band of the use frequency (receipt frequency) of a  
portable radio. Consequently, a portable radio can use  
a broadband frequency.

[0038]

25 According to the invention described in claim 5,

a diversity apparatus comprises an antenna for inputting an electric wave; a receiver connected with the antenna; a passive resonant element being provided at a position where a correlation with the antenna is low, and for  
5 resonating with a carrier frequency; and a phase varying unit being connected between the resonant element and the receiver, being configured in such a way that a line is open or shortened at one end thereof, and changeably controlling a phase of electric power transmitted from  
10 the resonant element. Therefore, although this apparatus is configured by one antenna and one receiver, it creates an effect similar to that of the apparatus described in claim 1.

[0039]

15       According to the invention described in claim 6, a phase varying unit is configured by strip lines and switches, so that the configuration of the phase varying unit is simple, and accordingly the configuration of a diversity apparatus is also simple.

20       [0040]

      According to the invention described in claim 7, a phase varying unit is configured by lumped parameter elements and switches, so that the configuration of the phase varying unit is much simpler.

25       [0041]

According to the invention described in claim 8,  
a diversity apparatus operates only when the electric  
field is weak and the receipt level deteriorates, so  
that the consumption of electric power of the diversity  
5 apparatus can be decreased.

[0042]

According to the invention described in claim 9,  
a portable radio is configured using a diversity  
apparatus of the present invention, so that constant  
10 gain can be maintained even if the conditions surrounding  
a portable radio change. Consequently, the efficiency  
of a portable radio can be enhanced.

[Brief Explanation of the Drawing]

Fig 1 is a configuration diagram showing a diversity  
15 apparatus according to embodiment 1 of the present  
invention;

Fig 2 is a configuration diagram showing a diversity  
apparatus according to embodiment 2 of the present  
invention;

20 Fig 3 is a configuration diagram showing a diversity  
apparatus according to embodiment 3 of the present  
invention;

Fig 4 is a configuration diagram showing a diversity  
apparatus according to embodiment 4 of the present  
25 invention;

Fig 5 is a configuration diagram showing a diversity apparatus according to embodiment 5 of the present invention;

Fig 6 is a configuration diagram showing a diversity apparatus according to embodiment 6 of the present invention;

Fig 7 is a configuration diagram showing a diversity apparatus according to embodiment 7 of the present invention;

10 and

Fig 8 is a configuration diagram showing a conventional diversity apparatus.

[Explanation of Codes]

1,2 Antenna

15 3,4 Phase varying device (phase varying unit)

5,6 Switch (switch unit)

7 Receiver

10A, 10B, 11A, 11B, 12A, 12B, 13A, 13B, 14A, 14B, 17A, 17B

Switch

20 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c Micro-strip line (strip line)

12a, 12b, 12c, 13a, 13b, 13c Lumped parameter element

14, 17 Broadband phase varying device (phase varying unit)

15, 16, 18, 19 Phase varying device (phase varying part)

25 20 Resonant element

- 5 [Fig. 1]  
1,2 Antenna  
3,4 Phase varying device (phase varying unit)  
5,6 Switch (switch unit)  
7 Receiver
- 10 [Fig. 2]  
7 Receiver  
10A,10B,11A,11B Switch  
10a,10b,10c,11a,11b,11c Micro-strip line (strip line)
- 15 [Fig.3]  
7 Receiver  
12A,12B,13A,13B Switch  
12a,12b,12c,13a,13b,13c Lumped parameter element
- 20 [Fig. 4]  
7 Receiver  
14,17 Broadband phase varying device (phase varying unit)
- 25 15,16,18,19 Phase varying device (phase varying part)

14A, 14B, 17A, 17B    Switch

[Fig. 5]

7        Receiver

5    20     Resonant element

[Fig. 6]

7        Receiver

10    [Fig. 7]

7        Receiver

[Fig. 8]

7        Receiver

15